

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Realizace měřicího pracoviště pro měření 3-f jističů nn
Realization of measuring terminal of three - phase
circuit – breakers

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne:

.....

podpis

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce Ing. Davidu Helštýnovi za poskytnutou podporu a odbornou pomoc při řešení problémů, týkající se mé práce a při odzkoušení přípravku v laboratořích.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá tématem 3-f jističů, které se používají k běžnému jištění např. v domácnostech.

V první oblasti se dozvíme, z jakých jednotlivých částí se jistič skládá, aby jeho funkčnost nebyla nijak omezena a dále se ještě seznámíme s jeho funkčností při jištění obvodů. Ještě se dovíme něco o vypínacích charakteristikách jističů, což je pak cílem přípravku dalších let.

Dále se ubereme k samotné realizaci měřicího pracoviště pro 3-f jističe. Popíšu v této kapitole sestavení měřicího přípravku, jaký materiál byl použit pro jeho výrobu a jak bylo provedeno propojení tohoto přípravku. Zde také hovořím o možné metodě měření, tzn. jaké bylo zvoleno zapojení pro daný přípravek a jaké byly nedostatky, které se musely vyřešit během testování přípravku.

Abstract

The bachelor thesis deals with 3-f breakers, which are used for routine protection, for example in households.

The first part covers what different parts of the breaker is made of so that its functionality is not limited. Further more we learn about its functionality of protection circuits. We will also learn about tripping characteristics of circuit breakers which is the aim of later years.

Furthermore we will move to the actual implementation of a workplace for 3-f breaker. In this chapter I will describe assembly of the measurement product, what material was used for its production and how the linking was done. I will also describe a possible measuring method, meaning what integration has been chosen for the given product and what deficiencies had to be solved during the product testing.

Klíčová slova

Jistič, svorka, pevný kontakt, pohyblivý kontakt, zkratová elektromagnetická spoušť, hlavní vypínací pružina, indikace stavu, tepelná spoušť, bimetal, západka, volnoběžka, jmenovitý proud, přetížení, spínací přístroj, nadproud, ovládací mechanismus, zapnutí, vypnutí, selektivita, znečištění, zhášecí komora, elektrický oblouk, rezistor, stykač.

Keywords

Circuit - breaker, terminal, stationary contact, movable contact, short-circuit electromagnetic release, main opening spring, indication of the state of, heat release, bimetal, click-in stop, trip – free, rated current, overload, switching device, overcurrent, actuating system, closing operation, opening operation, discrimination, pollution, arc chute, elliptic arch, resistor, contactor,

Seznam použitých symbolů a zkratek

F_V	vypínací síla	(N)
F	síla	(N)
I	proud	(A)
I_n	jmenovitý proud	(A)
KM	stykač	
nn	nízké napětí	
PC	počítač	
$R_{celk.}$	elektrický odpor celkový	(Ω)
R_p	předřadný rezistor	
R	elektrický odpor	(Ω)
SB	tlačítko	
U	napětí	(V)

Obsah:

1	ÚVOD	7
2	FUNKCE A KONSTRUKCE 3-F JISTIČŮ NN	8
2.1.1	Princip činnosti jističe	8
2.2	KONSTRUKCE JISTIČE	9
2.3	SPOUŠTĚ	10
2.3.1	Zkratová (mžiková) elektromagnetická spoušť	11
2.3.2	Tepelná spoušť	11
2.4	KONTAKTY	12
2.4.1	Pevný kontakt	13
2.4.2	Pohyblivý kontakt	13
2.4.3	Výběhová dráha oblouku	14
2.5	ZHÁŠENÍ OBLOUKU	14
2.5.1	Kovová roštová zhášecí komora	14
2.5.2	Izolační keramická podložka	15
2.6	ZÁMKY A VOLNOBĚŽKY	15
2.6.1	Západky	15
2.6.2	Prolomené páky	16
2.6.3	Volnoběžky	17
2.7	DALŠÍ ČÁSTI JISTIČE	18
2.8	VYPÍNAČÍ CHARAKTERISTIKY JISTIČŮ	19
2.8.1	Selektivita jištění	20
3	NÁVRH A REALIZACE MĚŘICÍHO PRACOVISTĚ PRO UMÍSTĚNÍ DO KLIMATIZAČNÍ KOMORY	22
3.1	POPIS REALIZACE MĚŘICÍHO PŘÍPRAVKU	22
3.1.1	Schéma zapojení přípravku	23
3.2	ODZKOUŠENÍ FUNKČNOSTI MĚŘICÍHO PŘÍPRAVKU	25
3.2.1	Schéma zapojení při měření	26
3.2.2	Ovládací schéma	27
3.2.3	Porovnání naměřených dat s charakteristikou výrobce	28
3.2.4	Použité přístroje a příslušenství	29
4	ZÁVĚR	31
5	SEZNAMY	32
5.1	SEZNAM LITERATURY	32
5.2	SEZNAM OBRÁZKŮ	33
5.3	SEZNAM PŘÍLOH	34

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá realizací měřicího pracoviště pro měření 3-f jističů nn. Nejprve se seznámíme, oč vlastně jde, když řekneme slovo jištění.

Jištění je ochrana elektrických zařízení před účinky poruchových proudů a napětí. Jištění nám pomáhá k tomu, abychom navrhovali elektrické zařízení tak, že zamezíme zbytečnému předimenzování tohoto elektrického zařízení. U jistících přístrojů klademe důraz na jednoduchost, spolehlivost a levnou pořizovací cenu. Samotným úkolem jističe je jištění jak sítě, tak spotřebiče.

Jistič musí být zkonstruován tak, aby se dal opakovaně zapínat a nebyl poškozen ani při opakovaném přerušování velkých nadproudů, ale naopak zase není vhodný k častému spínání.

Dále se krátce seznámíme se základním rozdělením jističů a jak jsou jističe v dnešní době konstruovány při výrobě. Zaměření se týká provedení kontaktů, z jakých se vyrábějí materiálů, co jsou to tepelné a zkratové spouště a jakým způsobem jsou jističe vylepšovány.

U zhášení elektrického oblouku se dozvíme jak se oblouk zháší a jak jsou provedeny zhášecí komory.

Další část se týká celého mechanismu jističe, který je složen z pružin, západek, volnoběžek a dalších součástí pro zajištění funkce jističe. Bez těchto součástí by jistič nebyl provozu schopný.

Jističe si volíme pro různé druhy jištění podle jejich vypínacích charakteristik, což je další kapitola, ve které jsou také uvedeny základní postupy, na které musíme dbát při výběru jištění.

V posledních částí se dozvíme o samotném přípravku, na kterém bude měření prováděno. Bude zde řeč o problémech, které nastaly při uvádění do provozu a také o tom, jaké změny se musely provést pro správnou funkčnost výrobku.

2 Funkce a konstrukce 3-f jističů nn

Jistič je samočinný vypínač, chrání vodiče a elektrická zařízení před zkratem a proudovým přetížením podobně jako pojistka. Oproti pojistkám mají jističe některé přednosti.

Dojde-li při poruše k automatickému vypnutí jističe, můžeme jistič po odstranění závady znovu zapnout jednoduchým způsobem tak, že nahodíme páčkou mechanismu jističe do zapnuté polohy.

Jejich uplatnění si můžeme všimnout u domácích rozvodů, různých stavebních rozvaděčů a u mnoha technologických celků. Tyto jističe jsou nejpoužívanější pro svou jednoduchost z hlediska konstrukce a pro svou vysokou spolehlivost.

Jističe se vyrábějí v různých typových velikostech jmenovitého proudu. Trojfázový jistič je 3× jednofázový jistič spojen mechanickou vazbou.

2.1.1 Princip činnosti jističe

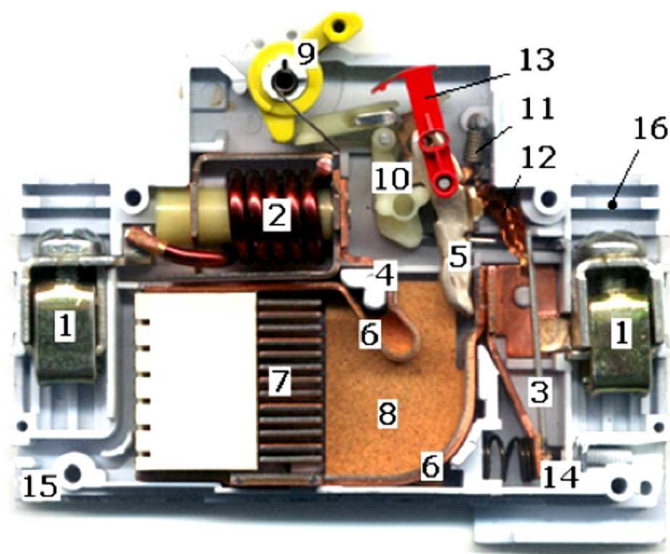
Jestliže je jistič v zapnuté poloze proud prochází přes kontakty, cívkou dvojkovu (bimetal) a cívkou elektromagnetu. Dojde-li v obvodu ke zkratu, zkratový proud uvede do činnosti relé, dojde vlivem jeho jádra k přitáhnutí kotvy, západka se uvolní, posléze dojde vlivem pružiny rozpojení kontaktů a proudový obvod se přeruší.

Jistič má také kromě zkratové spouště tepelnou spoušť, která vybaví jistič při přetížení obvodu tak, že se ohřívá bimetal a ten pak svým prohnutím způsobí nadzvednutí kotvy, posléze dojde k uvolnění západky, pružina rozpojí kontakty a dojde k přerušení obvodu.



Obr. 1: Ukázka 3-f jističe

2.2 Konstrukce jističe

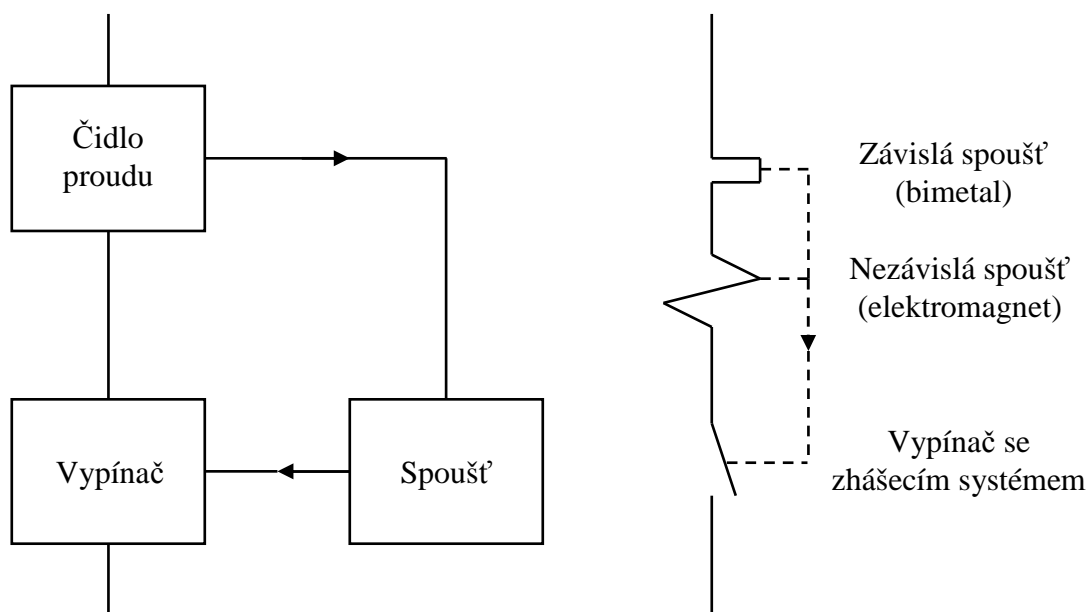


Obr. 2: Konstrukce jističe

Na Obr. 2 můžeme vidět s jakých částí se jistič skládá, aby byla zajištěna jeho funkčnost

- 1) Připojovací svorky
- 2) Zkratová elektromagnetická spoušť
- 3) Tepelná Spoušť
- 4) Pevný kontakt
- 5) Pohyblivý kontakt
- 6) Výběhová dráha oblouku (zhášecí růžky)
- 7) Kovová roštová zhášecí komora
- 8) Izolační keramická podložka proti opalu obloukem
- 9) Hlavní ovládací páčka
- 10) Zapínací a vypínací mechanismus jističe
- 11) Hlavní vypínací pružina
- 12) Pletené vodivé lanko
- 13) Indikace stavu
- 14) Seřizovací systém tepelné spouště
- 15) Otvory pro výstup horkých plynů
- 16) Izolační plastový kryt a základna jističe

Blokové schéma jističe: Na Obr. 3 je blokově popsána funkce jističe. Jestliže dojde ke zkratu nebo přetížení čidlo proudu dává popud spoušti, která zareaguje tím, že rozpojí obvod pomocí kontaktů (vypínač)



Obr. 3: Blokové schéma jističe

2.3 Spouště

Pod názvem spoušť si můžeme představit zařízení, vybavující zámek nebo volnoběžku jističe. Spoušť je složena z proudovodné dráhy, která může být v provedení vinutí, či bimetalu, dále z mechanismu, který je uveden do činnosti tepelným nebo silovým účinkem proudu.

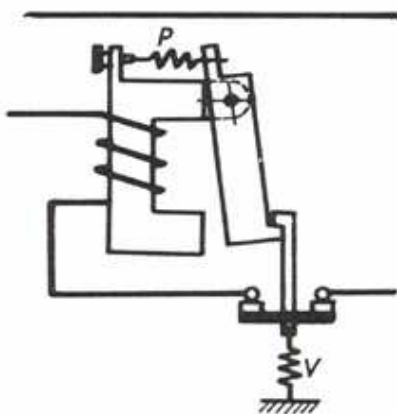
Její ovládání je buď dálkové nebo může pracovat samočinně jako ochrana, když nastane poruchový stav (nadproudy, zkraty...).

Její činnost nastane až v okamžiku, dojde-li k překročení hodnoty násobku jmenovitého proudu, který byl nastaven.

Dnes se už většinou vyrábějí elektronické spouště, pracující na principu, při kterém přesný transformátor proudu určuje velikost proudu a dojde-li k překročení nastavené hodnoty proudu, tak pomocí impulsu dojde k vybavení spouště.

2.3.1 Zkratová (mžiková) elektromagnetická spoušť

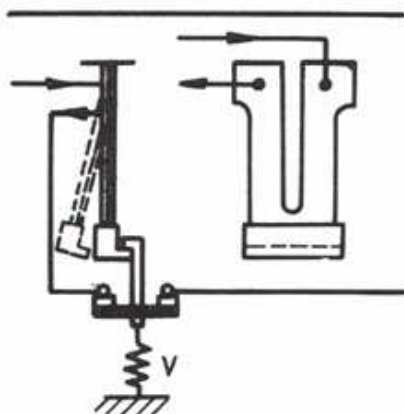
Zkratovou (mžikovou) spoušť vidíme na Obr. 4. Proud, který prochází jištěným obvodem, zároveň prochází cívkou spouště. „V“ je vypínací pružina, která táhne při zapnutém stavu kontakty do polohy vypnutí, ale v tom ji brání kotva spouště, která uzamkne kontakty a drží je do doby, než obvodem začne protékat proud tak velký, že elektromagnet svým tahem překoná tah pružiny „P“ a kotvu přitáhne. Tím se způsobí odpadnutí kontaktů a obvod se přeruší.



Obr. 4: Zkratová spoušť

2.3.2 Tepelná spoušť

Princip funkčnosti je závislý na bimetalu (dvojkovu), který se skládá ze dvou pevně spojených kovů lišící se od sebe tepelnou roztažností. Při zahřívání těchto kovů, které se způsobí průchodem proudu, dojde k prohnutí kovu vlivem různé roztažnosti směrem ke kovu s menší tepelnou roztažností.

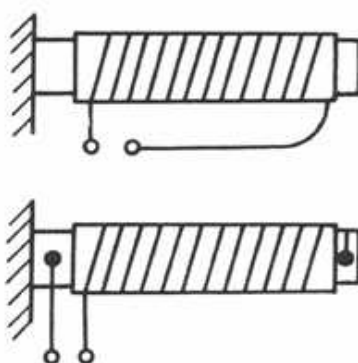


Obr. 5: Tepelná spoušť

Dvojkov za studena drží tvar „U“. Vypínací pružina „V“ táhne při zapnutém stavu kontakty do polohy vypnutí, ale v tom ji brání západka, která uzamkne kontakty a drží je do doby, než se dvojkov zahřeje vlivem nadproudu a dojde k jeho průhybu. Tím uvolní západku a zároveň dojde k uvolnění kontaktů Obr. 5.

Ohřevu bimetalů může být ještě proveden topným vodičem, který je omotaný kolem dvojkovu. Využívá se u jističů, který vypínají při menších proudech, tj. menších než 6 A. Ohřev je vidět na Obr. 6. Bimetal je zařazen do série s topným drátem nebo mimo elektrický obvod. Výhodnější je zapojení do série s topným drátem.

Dvojkov využívaný v elektrotechnice je vyráběn naválcováním plechů niklových ocelí za tepla



Obr. 6: Ohřev bimetalu

Přesnost dvojkovu také ovlivňují okolní teploty a kolísající proudy, které způsobují ohřev. K zamezení těchto počátečních vlivů se dvojkov vyrábí z materiálů, které působí až při teplotách 200 – 300 °C.

2.4 Kontakty

Patří mezi nejdůležitější části elektrických přístrojů, které nám umožní zapnutí a vypnutí elektrického obvodu. Přes tyto části musí být zajištěn průchod proudu bez zbytečných ztrát, nesmí se nadměrně zahřívat a musí být odolné vůči působení elektrického oblouku. Proto je důležité volit správný materiál pro výrobu kontaktů.

Měď je pro výrobu kontaktů nejvhodnější. Využívají se většinou slitiny mědi, bronz a mosaz. Měď sice reaguje s kyslíkem tak, že na povrchu se vytvoří vrstva kysličníku měďnatého, ale při teplotách nad 2000 °C dojde k úplnému rozpadu kysličníků, což je vidět u kontaktu v místech kde vzniká elektrický oblouk. V tomto místě jsou kontakty kovově čisté. U mosazi dochází ke korozi zinku, které u kluzných kontaktů nevadí, protože dochází k otírání těchto vrstev.

Pomocí žhání kovů ve vakuu kovy získají čistý kovový povrch a při dotyku těchto kovů dojde k pevnému spojení (sváření za studena).

Na kov působí mnoho chemických vlivů, jako jsou kyslík a ostatní plyny v atmosféře, které vytvářejí vrstvičky koroze, která pokryje povrch kovu. Vše závisí také na teplotě, tlaku, vlhkosti a na ryzosti kovu.

U kontaktů, které nejsou chráněny před vnějšími vlivy dochází ke vzrůstu přechodového odporu, ale také se to odvíjí od materiálu, ze kterého je kontakt vyroben, proto musíme kontakty udržovat v čistotě.

2.4.1 Pevný kontakt

Tento kontakt je v jističi pevně přichycen, nedochází k jeho pohybu při zapínání a vypínání jističe ovládací pákou.

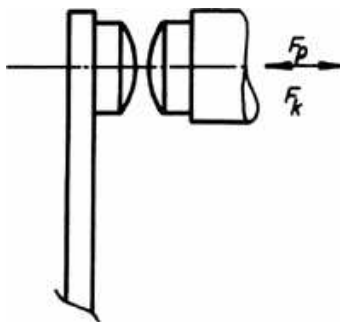
2.4.2 Pohyblivý kontakt

U tohoto kontaktu dochází při zapnutí jističe k jeho pohybu směrem k pevnému kontaktu a vytvoří mezi sebou vodivý styk. Při opačném stavu dojde k jeho rychlému oddálení a vypnutí jištěného obvodu.

Provedení kontaktů se od sebe liší tím, na jakým principu pracuje kontaktní systém.

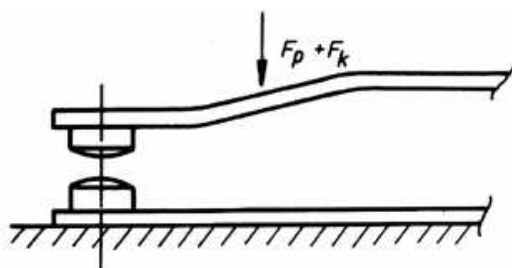
Kontakty čelní tupé

Provedení těchto kontaktů vidíme na Obr. 7. Vidíme, že obě síly působí souose. Kontakty se využívají u přístrojů na malé a nízké napětí. U těchto kontaktů se korozivní vrstvy ruší kontaktním tlakem. Jsou vyráběny ze stříbra nebo se slitin s ušlechtilými kovy. Jsou omezeny proudově podle materiálu, ze kterého jsou vyrobeny, protože může dojít k jejich svaření.



Obr. 7: Kontakt čelní tupý

Kdybychom chtěli pro kontakt využít méně ušlechtilý kov např. měď, tak je vhodné pro dobrý styk a vodivost smyknutí kontaktů o sebe. Provedení vidíme na Obr. 8



Obr. 8: Kontakty čelní smykové

2.4.3 Výběhová dráha oblouku

Oblouk, který vznikne při vypnutí obvodu, se pomocí této dráhy dostane do zhášecí komory.

2.5 Zhášení oblouku

Elektrický oblouk je výboj, který vznikne při vypnutí obvodu pod proudem, jehož dráhu tvoří rozžhavené kontakty a prostředí ve kterém hoří. Aby oblouk příliš neničil kontakty opalováním musí se co nejrychleji uhasit při plném provozním napětím. Teplota oblouku se pohybuje v rozmezí od 3000 – 7000 °C. Vypínání stejnosměrného proudu je složitější než vypínání střídavého proudu.

U stejnosměrného obvodu je zhášení oblouku složitější v tom, že procházející proud má stejnou hodnotu a oblouk hoří se stejnou intenzitou.

K uhašení oblouku může dojít:

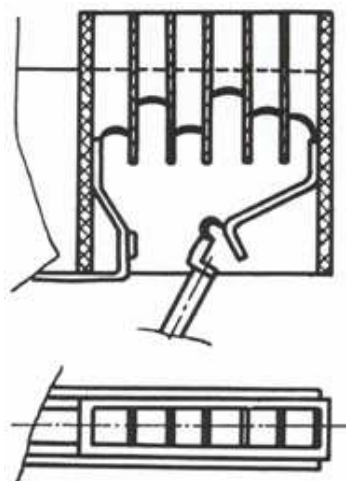
- zvětšením odporu oblouku natahováním
- zvětšením odporu oblouku zmenšením průřezu
- dělení oblouků na n dílčích obloučků

U střídavého obvodu je zhášení oblouku jednodušší, protože k přerušení oblouku dojde při průchodu proudu nulou a zároveň tím „zajistíme“ zamezení znovu zapálení oblouku.

2.5.1 Kovová roštová zhášecí komora

Princip provedení vidíme na Obr. 9. Komora je provedena z kovových lamel, které směřují kolmo na osu hoření oblouku, který se zapálí vlivem oddálení kontaktů a je vyfouknut po různých do zhášecí komory.

Ve zhášecí komoře dojde k rozdělení na řadu obloučků spojených do série. Tím dojde ke zvětšení odporu oblouku a dojde k uhasnutí oblouku v první nule proudu. U roštu tvořeného měděnými lamelami musí být rychlost oblouku malá z důvodu malé výšky komory, aby nedošlo k vyfouknutí oblouku nad ní.



Obr. 9: Kovová roštová komora

2.5.2 Izolační keramická podložka

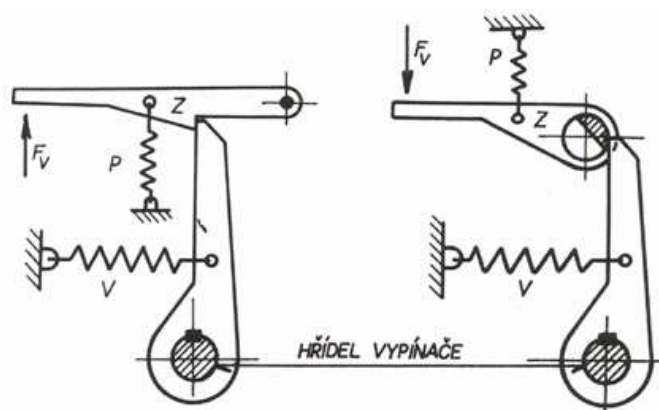
Chrání plastový kryt proti opálení, zničení obloukem, protože kryt je vyroben z plastu a elektrický oblouk má několik tisíc °C.

2.6 Zámky a volnoběžky

2.6.1 Západky

Úkolem těchto mechanismů je držet kontaktní ústrojí jističů v zapnuté poloze. Vypnutí je možno malou silou provést dvěma způsoby, a to buď dálkově pomocí elektromagnetické spouště nebo tlačítkovým ovládačem či ručně pákou.

Jednodušší zámky jsou konstruovány pomocí západek a prolomených pák. Naopak složitější se skládají z několika jednoduchých zámků a těm říkáme volnoběžky. Na Obr. 10 můžeme vidět jak jsou zkonstruovány základní západky.



Obr. 10: Provedení západek

V levé části obrázku je vidět páková západka „Z“, kterou přitahuje pružina „P“.

Funkce spočívá v tom, že při zapínání hlavní páky dojde pomocí šikmého náběhu k nazdvižení západky, na kterou působí protitah pružiny „P“ táhnoucí západku do zamčené polohy. Dojde-li hlavní páka do konečné polohy, dojde k zablokování této páky pomocí západky.

Vypnutí způsobuje vypínací síla F_v , ta nazdvižením západky odblokuje hlavní páku a vypínací pružina „V“ přitáhne páku, která je spojena s kontakty do vypnuté polohy.

Na pravé straně obrázku je obdobný mechanismus jako na levé straně, ale je zde západka páková nahrazena hřídelovou.

Vypnutí opět způsobí vypínací síla F_v , vlivem které dojde k pootočení zbrošené hřídele a síla vypínací pružiny „V“ přitáhne opět páku spojenou s kontakty do vypnuté polohy.

Pro citlivost a nepřilíš velkou vybavovací sílu u těchto provedení zámku se přesah stykových ploch západky provádí co nejmenší, ale musí se dbát na to, aby zase tyto přesahy nebyly příliš malé z důvodu provozních otřesů, které by způsobily vybavení.

2.6.2 Prolomené páky

Jako další typ můžeme uvést dvojici prolomených pák, což je zobrazeno na Obr. 11. U tohoto typu je jedno rameno spojeno s pohyblivým kontaktem a druhé s ručním ovládním jističe.

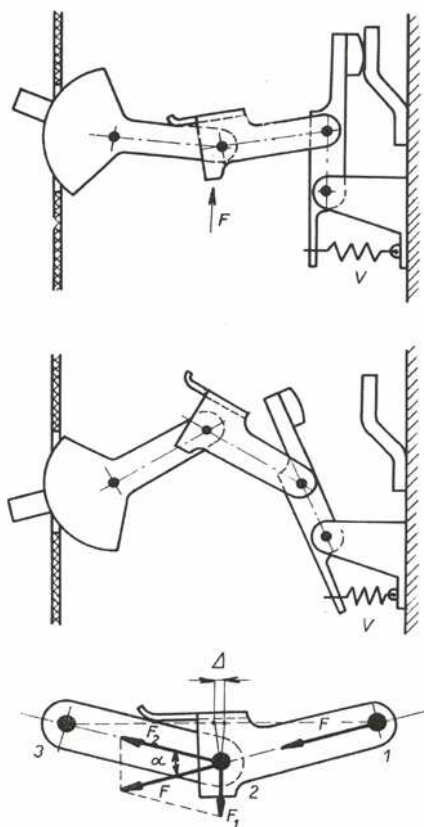
Vlivem zapnutí dojde k tomu, že páky se dostanou do jedné roviny, ale mohou být mírně prolomeny. Velikost prolomení nám určuje zarážka na jedné z pák.

Samotné vypínání spočívá v tom, že vypínací síla F_v působící na střední kloub způsobí posunutí kloubu ze zapnuté polohy za mrtvou a pomocí vypínací pružiny „V“ dojde k mžikovému oddálení pohyblivého kontaktu.

Vypínací síla F_v a doba pro vypínání kontaktů závisí na prolomení pak. Vše se odvíjí od toho, jestliže je prolomení pak menší tím musí být menší síla F_v , která působí proti síle F_l , a tím dojde ke zkrácení doby vypínání kontaktů.

U tohoto typu zámku se setkáváme s problémem, kdy se do pohybu s pohyblivým kontaktem uvede i ruční ovládací páka. Problém nastane, kdybychom pomocí jističe s tímto mechanismem

zapínali obvod, který je ve zkratu a představíme-li si jak dlouho působíme silou proti síle nadproudové nebo zkratové spouště, tak po celou dobu bude tímto obvodem procházet zkratový proud, a proto se u jističů využívá složitějších volnoběžek.



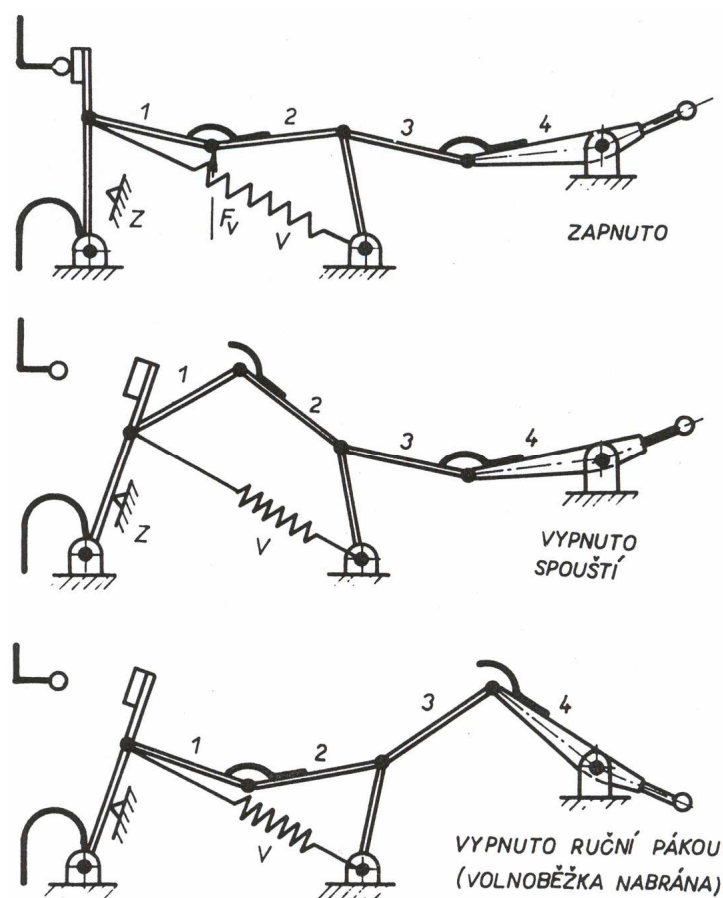
Obr. 11: Princip prolomených pák

2.6.3 Volnoběžky

Příklad volnoběžky můžeme vidět na Obr. 12, provedení je ze dvou vzpěr. Při zapnutí se oba systémy nacházejí v prolomené poloze. Síly, které způsobují vypnutí působí na kloub mezi pákami 1 a 2, úkolem pružiny „V“ je oddálení kontaktů v okamžiku zapůsobení.

Páka, kterou ovládáme mechanismus zůstává v zapnuté poloze, páky 3 a 4 zůstanou ve stavu, kdy jsou prolomeny. Stav jističe udává obsluze signalizace. Aby bylo možno mechanismus znova zapnout, musí se ovládací páka potlačit dolů a opět natáhnout do polohy zapnutí.

Při ručním vypnutí stlačíme ovládací páku směrem dolů, dojde k vypnutí pák 3, 4 a páky 1, 2 zůstávají nadále v zapnuté poloze. K zapnutí nám pak stačí natažení páky 4.



Obr. 12: Princip volnoběžek

Kdyby došlo k zapnutí do zkratu, tak páky 1, 2 budou vypnuty vlivem síly F_v . Tato síla není přenášena na zapínací páku, a proto nejsou páky 1 a 2 ovlivněny dobou držení této páky.

2.7 Další části jističe

Hlavní ovládací páčka:

Tato páčka je spojena s celým mechanismem jističe a s její pomocí zapínáme (vypínáme) mechanismus jističe.

Zapínací a vypínací mechanismus jističe:

Součástí tohoto mechanismu jsou veškeré součásti, které jsou k činnosti jističe nezbytné, např. kontakty, volnoběžky, západky, pružiny, atd.

Hlavní vypínací pružina:

Úkolem této pružiny je působení zpětnou silou na kontakty, táhnout kontakty do vypnuté polohy, což jí zabrání západka, která pak kontakty vlivem poruchy v obvodu odjistí.

Pletené vodivé lanko:

Lanko slouží jako propojovací vodič, který vede od pohyblivého kontaktu dále na vodivé části jističe. Je vyroben z lanka z důvodu pohybu tohoto drátku společně s kontaktem.

Indikace stavu jističe:

Indikace je vyrobena z plastu a udává nám podle barvy, zda je jistič v sepnuté nebo rozepnuté poloze. Její funkčnost probíhá tak, že je propojena s mechanismem jističe a podle stavu jističe se pohybuje a v okénku které je na jističi vidíme stav podle barvy.

Seřizovací systém tepelné spouště:

Seřizovací systém tvoří šroub a pružina pomocí tohoto mechanismu si můžeme podle potřeby nastavit bimetal např. aby došlo dříve k vypnutí, aby byla tepelná spoušť citlivější a naopak. Mechanismus se nastavuje podle potřeby.

Otvory pro výstup horkých plynů:

Slouží pro odvod teplých plynů, které vzniknou hořením oblouku a dále jeho uhašením ve zhášecí komoře.

Izolační plastový kryt a základna jističe:

Slouží ke krytí jističe, tvoří vlastně celý jeho obal, ve kterém je uschován mechanismus a další prvky jističe. Na základně jističe jsou západky, které slouží k upevnění jističe na DIN lištu, kterou máme např. v rozvaděči.

Připojovací svorky

Slouží k připojení vodičů daného obvodu, který chceme jistit pomocí tohoto jističe.

2.8 Vypínací charakteristiky jističů

Vypínací charakteristika je vlastně průběh závislosti doby vypnutí jističe na velikosti nadproudu. Jednotlivé charakteristiky se od sebe liší nastavením elektromagnetické spouště, vše je vidět na Obr. 14.

Charakteristika B

Používá se k jištění zařízení s malými proudovými rázy, 3,5 – 5 násobek jmenovitého proudu I_n , což jsou běžné spotřebiče a vedení.

Charakteristika C

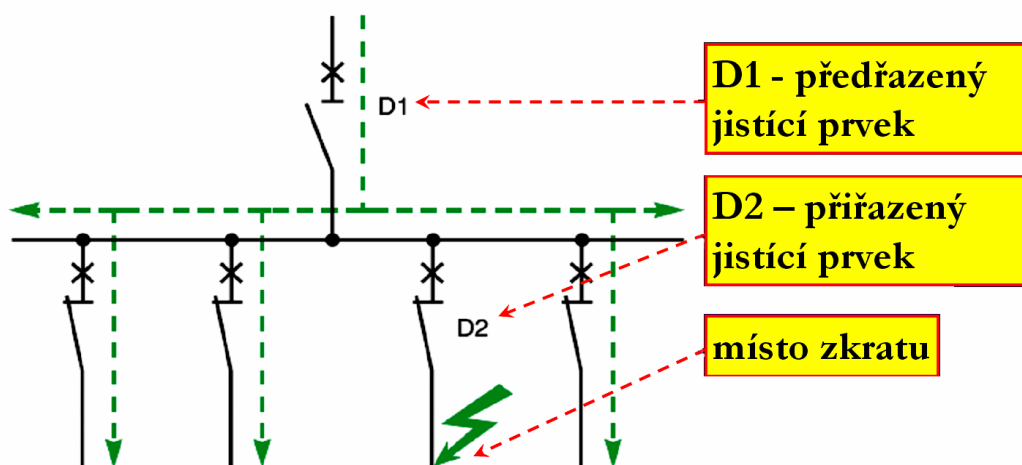
Používá se k jištění zařízení s proudovými rázy, 5 – 10 násobek jmenovitého proudu I_n , což jsou žárovky, vícepólové asynchronní motory atd.

Charakteristika D

Pro jištění zařízení s velkými proudovými rázy 10 – 20 násobek jmenovitého proudu I_n , jsou to transformátory, dvojpólové asynchronní motory.

2.8.1 Selektivita jištění

Jedná se o odstupňování jištění. Při zkratu je úkolem jističe odpojit místo zkratu, aniž by se vypnul jistič jemu podřazený, tedy vypíná jistič, který se nachází nejbližší k místu poruchy. Jestliže chceme zařazovat jističe za sebe tak musíme dbát na to, aby vypínací charakteristiky nebyly nikde protnuty a nebyly příliš blízko sebe.



Obr. 13: Selektivně řazené jistící prvky

Rozdělení selektivit:

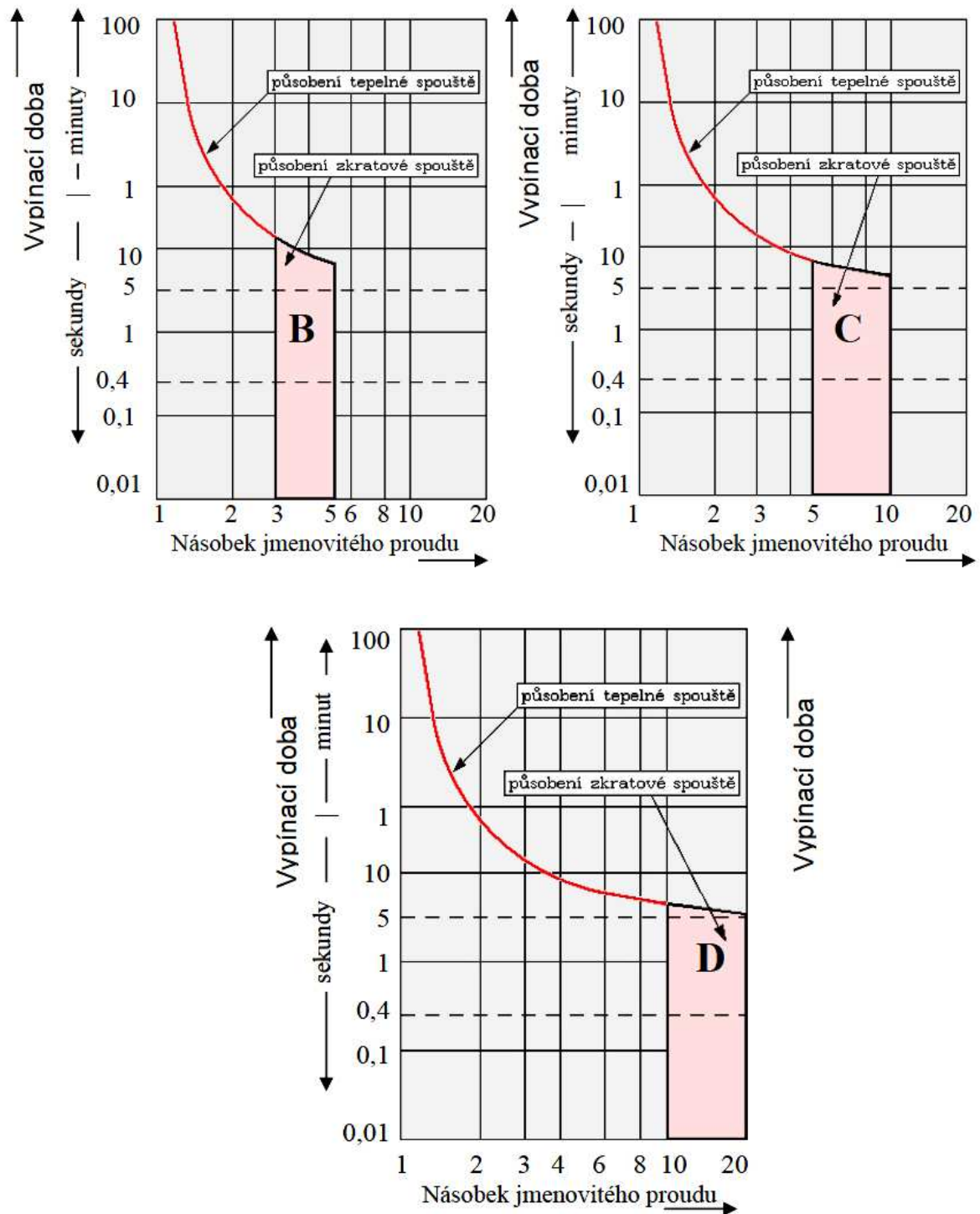
- Plná
- Částečná

Plná:

Dojde-li k vypnutí jističe D2 pro celý rozsah proudu od přetížení až po tvrdé kovové zkraty a jistič D1 zůstává zapnut.

Částečná:

Dojde-li k vypnutí jističe D2, už ne pro celý rozsah proudu od přetížení až po tvrdé kovové zkraty, ale pouze pro nižší hodnoty proudu (mez selektivity).



Obr. 14: Vypínací charakteristiky jističů

3 Návrh a realizace měřicího pracoviště pro umístění do klimatizační komory

3.1 *Popis realizace měřicího přípravku*

Hlavní konstrukce měřicího přípravku je provedena z profilu o rozměrech 20 x 20 mm. Povrch je chráněn proti korozi syntetickým nátěrem černé barvy. Konstrukce se skládá ze dvou kusů stejných provedení, na které jsou posléze namontovány pomocí šroubů se závity M4 desky, které mají rozměr 250 x 200 mm a sílu 20 mm. Na tyto desky jsou připevněny DIN lišty a instalační lišty pro vedení drátů pro propojení. Sestavení měřicího pracoviště můžeme vidět na Obr. 16 a Obr. 17.

Volba dřeva jako podklad není příliš vhodná z důvodu požáru který by mohl nastat při poruše zařízení. Vhodnější by bylo použít jako podkladový materiál pertinax, ale z hlediska využití přípravku v laboratořích je dřevo dostačující, protože zařízení je pod stálým dohledem měřicího pracovníka.

V dnešní době jsou již kabely, které obsahují samozhášecí hmotu, která má za úkol při vzniku poruchy, která způsobí požár zamezit vzniku požáru tím, že tento zárodek požáru uhasí.

Veškeré elektrické rozvody na tomto přípravku jsou vedeny dráty o průřezu 4 mm² v instalačních lištách, které také dostatečně chrání před vznikem požáru.

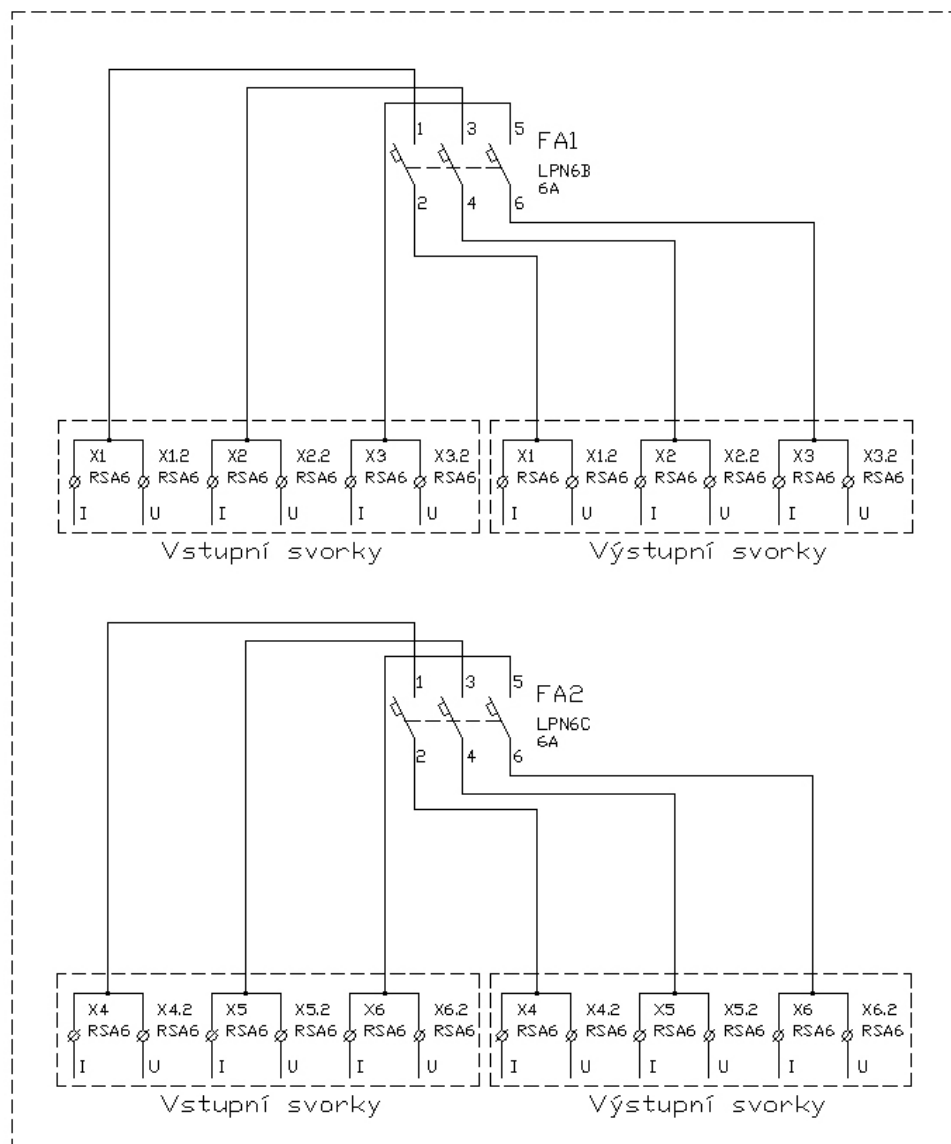
K měření byly vybrány 3-f jističe od firmy OEZ typu LPN 6B a pro porovnání charakteristik LPN 6C. Tyto jističe byly k desce přichyceny pomocí DIN lišt. Přípravek je konstruován tak, aby se daly pro měření měnit různé typy jističů.

Vstupy do jističů jsou vyvedeny ze vstupních svorek typu RSA 6. Na každém vstupu jsou dvě paralelně propojené svorky stejné barvy, abychom při měření mohli z každé fáze měřit napětí, které je na svorkách při nastaveném proudu do jističe. Každý jistič má své vstupní svorky, které jsou ve stejném provedení.

Výstupy z jističů jsou přivedeny do výstupních svorek stejného typu RSA 6. Provedení a propojení svorek je stejné jako u vstupních, abychom mohli měřit výstupní napětí a proud z jističe. Parametry z výstupních svorek pak budou snímány pomocí PC. Zapojení svorek je vidět na Obr. 15.

U vstupních svorek je jedná svorka zelenožlutá, což je uzemnění s kterým jsou spojené veškeré DIN lišty a celá kovová konstrukce.

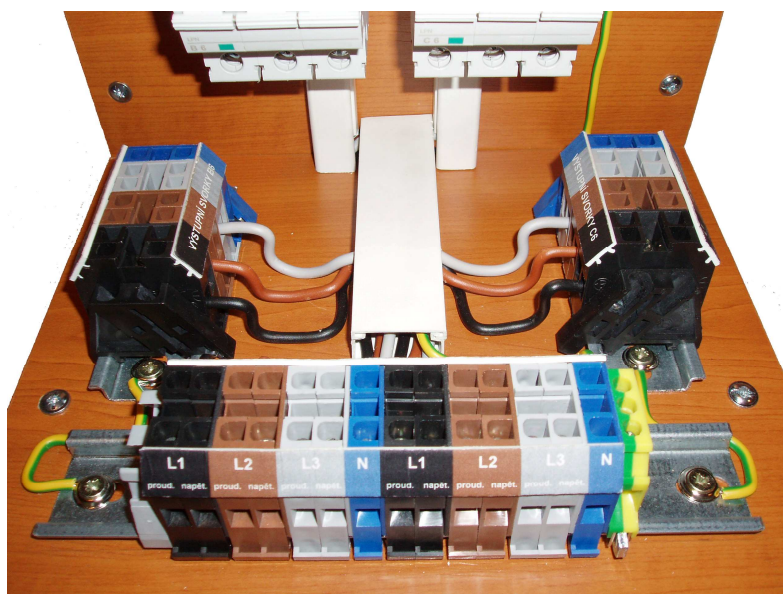
3.1.1 Schéma zapojení přípravku



Obr. 15: Schéma zapojení svorek přípravku



Obr. 16: Měřicí pracoviště



Obr. 17: Detail svorek

Vstup do jističe je shora, takže jsem musel vyřešit problém, jak dráty ze svorek dovést do jističe tak, aby nebyly příliš vidět, aby přípravek byl vzhledově upraven. Pro přívodní dráty jsem zvolil cestu ze svorek přes hlavní středovou instalační lištu, nacházející se na vodorovné desce, která byla dovedena až ke svislé desce a dráty dále pokračují skrz na druhou stranu desky a dále lištou do vrchní části svislé desky. Dále vedou zase skrz svislou desku k vrchním svorkám jističe. Stejnou metodou bylo provedeno pospojování konstrukce, ale dráty byly vyvedeny ze středové instalační lišty ze zadní strany svislé desky na pravou a levou stranu ke konstrukci.

Výstupy z jističů jsou provedeny jednodušší metodou, jelikož se nacházejí ve spodní části, takže bylo možné výstupy pouze svést pomocí lišty k hlavní instalační liště a dále k výstupním svorkám daného jističe.

Celý tento přípravek byl pomocí samořezných šroubů 4 x 15 mm přišroubován na desku o rozměrech 380 x 350 mm, která tvoří základnu celého přípravku. Základna je ze spodní strany opatřena protiskluzovými podložkami.

Tento přípravek je předurčen pro měření v klimatizační komoře, kde se může sledovat, jak bude reagovat jistič na změny teplot nebo vlhkostí a materiál, ze kterého je vyroben je zkonstruován tak, aby tyto podmínky vydržel.

3.2 Odzkoušení funkčnosti měřicího přípravku

Jedním s problémů bylo sestavení schématu zapojení, aby tento přípravek nebyl nijak funkčně omezen. Při zkoušení bylo zjištěno, že přechodový odpor mezi kontakty jističe a kontakty stykačů, kterými byl přípravek spínán, nám změnil nastavený proud ze zdroje, tím byla zkreslená výstupní charakteristika jističe a proto se musel tento problém vyřešit. V Tab. 1 jsou vypsány hodnoty přechodových odporů a celkových odporů v částech obvodů. V nastavovací obvodu byl přechodový odpor 0,227 Ω , protože v tomto obvodu jsou pouze kontakty stykače KM2, kterým jsme zkratovali obvod z důvodu nastavení proudu do jističe. Pro měřicí obvod se součet odporů pohyboval kolem 0,587, resp. 0,507, lišil se podle připojeného jističe. Přechodový odpor v měřicí obvodu způsoboval chybu při měření a proto jsem na vstup obvodu připojil ještě výkonový rezistor $R_p = 1,2 \Omega$ a problém byl vyřešen.

Při vložení tohoto rezistoru jsme docílili zmenšení chyby, ale kdybychom chtěli chybu ještě více zmenšit, tak bychom museli vložit ještě rezistor z větší hodnotou odporu, ale zase dojde ke zvětšení úbytku napětí, což by pro měření nebylo vhodné.

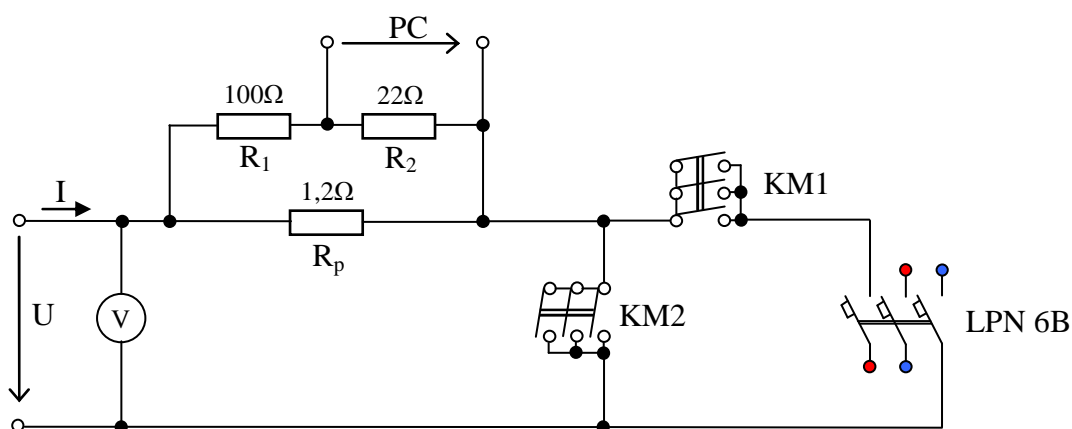
Rezistor je výkonový, protože je vložen do obvodu, ve kterém prochází proud vysoké hodnoty, tedy proud, který nastavujeme do jističe pro jeho vypnutí a rezistor tento proud musí vydržet.

Tab. 1

Přechodový odpor kontaktů				
	Jistič		Stykač	
R (Ω)	LPN 6B/3	0,36	1.	0,227
	LPN 6C/3	0,28	2.	
$R_{celk.}$ (Ω)	Nastavovací obvod			0,227
	Měřicí obvod		LPN 6B/3	0,587
			LPN 6C/3	0,507

Dalším problémem byla příprava pro připojení přípravku k PC, jelikož do PC může být přivedeno max. napětí 10 V. Na vstup obvodu jsme přiváděli 40V, takže se problém vyřešil pomocí děliče napětí, který se připojil paralelně k rezistoru R_p . Hodnoty rezistoru děliče byly zvoleny $R_1 = 100 \Omega$ a $R_2 = 22 \Omega$. Výstupní napětí na svorkách PC bylo pak naměřeno a pohybovalo se okolo 7,2 V, což vyhovovalo. Schéma zapojení při měření se nachází na Obr. 18.

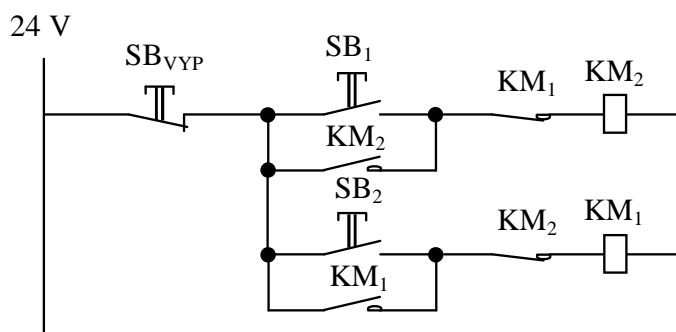
3.2.1 Schéma zapojení při měření



Obr. 18: Schéma zapojení

Měření se provádělo jednofázově, proto jsou ve schématu kontakty stykačů propojeny. U jističe bylo zapotřebí zajistit průchod proudu z napájecího zdroje přes všechny tři jističe 3-f celku. Když jsem propojil vstupy paralelně a pak výstupy paralelně došlo k tomu, že se proud ze zdroje, který byl 40 A rozdělil do jednotlivých jističů v poměru 1/3, což na jednu fázi bylo 13 A. Abych tomuto problému předešel vyřešil jsme zapojení tak, že jsem propojil jističe sériově, jak je to zaznačeno ve schématu barevnými svorkami. Výstup z prvního jističe 3-f celku, je spojen se vstupem druhého jističe a dále z druhého jističe na vstup třetího. Podle barev, jsou vždy propojeny stejné barvy.

3.2.2 Ovládací schéma



Obr. 19: Ovládací schéma

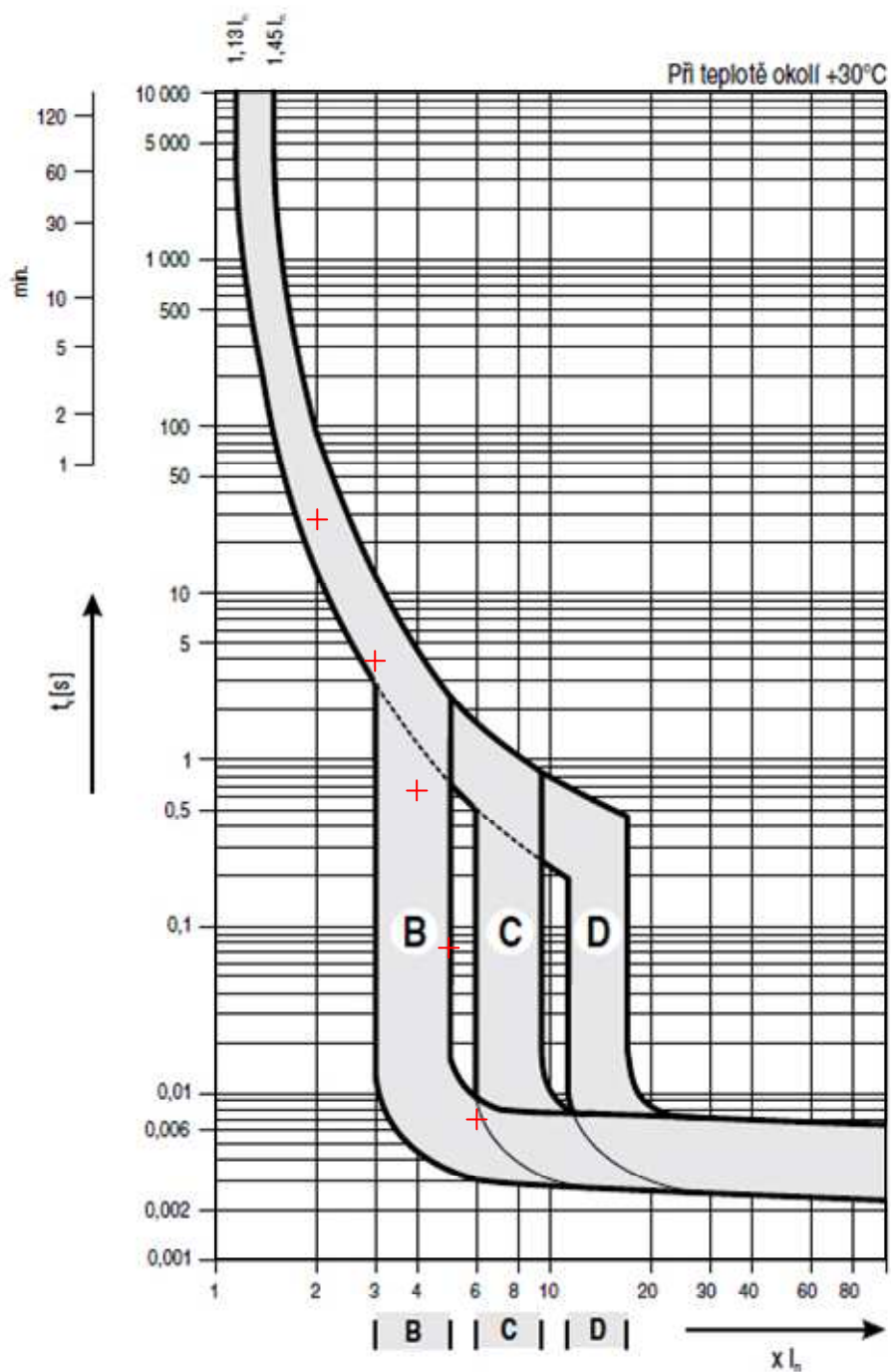
Abych mohl nastavovat proud, který bude protékat jističem, použil jsme k tomu ovládací zařízení sestavené pomocí stykačů Obr. 19. Proud, který jsem nastavoval ze zdroje, jsem měřili pro přesné nastavení pomocí klešťového ampérmetru.

Abych proud dostal do obvodu, tak jsem předem nastavil napětí 40 V na proudovém zdroji. Funkce spočívá v tom, že při zmáčknutí tlačítka SB1 dojde k sepnutí obvodu do zkratu, tzn. přes kontakty stykače KM2 jsem mohl nastavovat proud ze zdroje na požadovanou hodnotu. Jakmile je vše nastaveno, pomocí tlačítka SB_VYP vypnu kontakty stykače KM2 a mohu přejít k samotnému otestování jističe.

Po sepnutí tlačítka SB2 a dojde k sepnutí kontaktů stykače KM1 a proud 40A se dostane do jističe a jistič během nějaké doby vypne.

Úkolem bylo pouze otestování, takže se čas měřil pouze orientačně pomocí staršího PC softwaru a pak se vše porovnávalo s charakteristikami a vypnutí se shodovalo s průběhem vypínací charakteristiky. Po odměření každého násobku proudu se musel nechat zchladit bimetal tepelné spouště, protože byl jistič přetěžován nadproudy, a kdyby tomu tak nebylo, docházelo by ke zkreslení charakteristiky.

3.2.3 Porovnání naměřených dat s charakteristikou výrobce



Obr. 20: Porovnání charakteristik

Na Obr. 20 jsem porovnal naměřená data s charakteristikou, kterou uvádí výrobce jističů. Jde vidět že vypínací časy jističe se pohybovalo zhruba podle charakteristiky, což zobrazují červené body. Při měření mohlo dojít k chybám, protože úkolem bylo pouze otestovat zařízení a ověřit si jeho funkčnost.

3.2.4 Použité přístroje a příslušenství

Voltmetry

- METEX M – 3860M (rozsahy 4 V a 40 V $\pm 0,3\%$ + 1dgt)
- UNITEST HAXAGON 320 (500mV $\pm 0,06\%$ + 2dgt)

Klešťový ampérmetr

- ESCORT ECT – 670 (rozsah 100 A, převod 1mV/1A)

Rezistor R_p

- 1,2 Ω (I = 20 A)

Stabilizovaný zdroj

- MESIT MN 40 V – 40 A

Stykač

- V 16M 24 V (kontakty 400 V – 16 A)

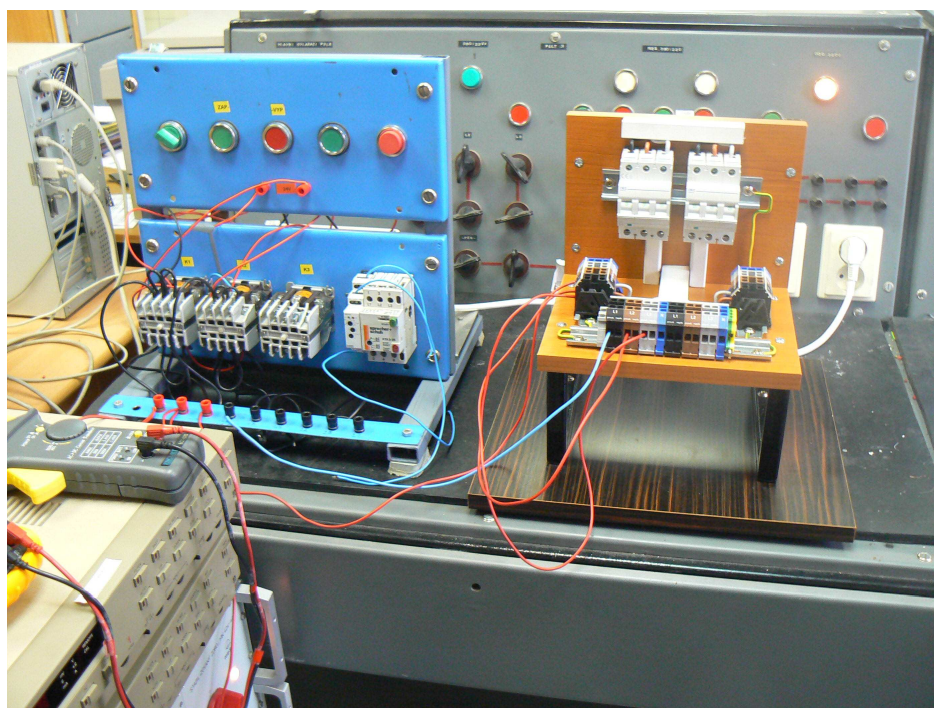
Zdroj pro napájení cívek stykačů

- 24V

Na Obr. 21 a Obr. 22 se nachází celkové zapojení přípravku a ovládacích obvodu. V levé části Obr. 22 je ovládací pult se stykači a ovládacími tlačítky. Pult je vyroben z kovu, který je chráněn syntetickým nátěrem proti korozi a pomocí tohoto pultu jsem ovládali proud přicházející do jističů tlačítky umístěných v horní části.



Obr. 21: Zapojení při měření



Obr. 22: Detail zapojení při měření

4 Závěr

Přípravek je konstruován pro odzkoušení jakéhokoliv 3-f jističe, a proto budou v dalším vývoji vyměněny dráty za ohebné, aby výměna jističe byla jednodušší.

Cílem této práce bylo odzkoušení přípravku a to se dá hodnotit kladně, protože byly odstraněny drobnosti, které omezovali správnou funkčnost přípravku, kterými byly přechodové odpory mezi kontakty jističů a stykačů, které způsobovali chyby měření. a možnost pro připojení k PC.

Pro ověření funkčnosti bylo vyzkoušeno měření na jističi LPN 6B/3. Měření bylo provedeno pomocí staršího PC softwaru a podle změřených časů vypnutí jističe jsem pak provedl porovnání s charakteristikou výrobce, což je vidět na Obr. 20. Charakteristiky byly zhruba shodné, ale tohle nemohu posoudit správně z toho důvodu, že měření bylo jen orientační pro ověření funkčnosti.

Dalším řešením bude v průběhu následujících let připojení k PC, který bude obsahovat nový software LabVIEW a doladění softwaru tak, aby mezi sebou přípravek a software spolehlivě komunikovali pro přesné měření a vyhodnocování charakteristik jističů.

Přípravek je plně schopen zajistit další jeho vývoj a uplatnění v laboratořích.

5 Seznamy

5.1 *Seznam literatury*

- [1] O. Havelka a kol., Elektrické přístroje, SNTL/Alfa, Praha/Bratislava, 1985
- [2] D. Helštýn, P. Kačor, Z. Hytka, Elektrické přístroje spínací ochranné a jistící, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003
- [3] P. Bastian a kol., Praktická elektrotechnika, EUROPA – SABOTÁLES, Praha, 2004
- [4] H. Häberle a kol., Průmyslová elektronika a informační technologie, EUROPA – SABOTÁLES, Praha, 2003
- [5] K. Tkotz a kol., Příručka pro elektrotechniku, EUROPA – SABOTÁLES, Praha, 2002
- [6] Š. Berka, Elektrotechnická SCHÉMATA a ZAPOJENÍ 1, BEN, Praha, 2008
- [7] Firemní literatura OEZ Letohrad s.r.o, 2010, www.oez.cz

5.2 Seznam obrázků

Obr. 1: Ukázka 3-f jističe	8
Obr. 2: Konstrukce jističe	9
Obr. 3: Blokové schéma jističe	10
Obr. 4: Zkratová spoušť	11
Obr. 5: Tepelná spoušť	11
Obr. 6: Ohřev bimetalu	12
Obr. 7: Kontakt čelní tupý	13
Obr. 8: Kontakty čelní smykové	14
Obr. 9: Kovová roštová komora.....	15
Obr. 10: Provedení západek	16
Obr. 11: Princip prolomených pák.....	17
Obr. 12: Princip volnoběžek	18
Obr. 13: Selektivně řazené jistící prvky	20
Obr. 14: Vypínací charakteristiky jističů	21
Obr. 15: Schéma zapojení svorek přípravku	23
Obr. 16: Měřicí pracoviště	24
Obr. 17: Detail svorek.....	24
Obr. 18: Schéma zapojení	26
Obr. 19: Ovládací schéma.....	27
Obr. 20: Porovnání charakteristik	28
Obr. 21: Zapojení při měření	30
Obr. 22: Detail zapojení při měření	30